

При скоростях вращения скручивающего блока близких к максимальным происходит повышение значения относительного сужения для всех значений обжатия во второй волоке. Наибольший прирост пластичности с 61,5 % до 70,5 % имеет маршрут с наибольшим обжатием во второй волоке, который составляет 14,6 % относительно волочения через две волокна с таким же распределением обжатий при обработке низкоуглеродистой стали. Одновременно с увеличением относительного сужения, как было описано выше, происходит сохранение временного сопротивления разрыву, что в целом свидетельствует о повышении комплекса механических характеристик.

### **Литература**

1. Пат. 2467816 RU. МПК В21С 1/04, В21С 1/00. Способ получения ультрамелкозернистых полуфабрикатов волочением с кручением. Чукин М. В., Полякова М. А., Голубчик Э. М., Рудаков В. П., Носков С. Е., Гулин А. Е. За-явл. 28.02.2011. Оpubл. 27.11.2012. Бюл. № 33.
2. Chukin M.V., Polyakova M.A., Gulin A.E. Influence of hybrid plastic deformation on the microstructure and mechanical properties of carbon-steel wire. Steel in Translation. 2016. Т. 46. № 8. С. 548-551.

УДК 621.774

### **ВЛИЯНИЕ КАЛИБРОВКИ ВАЛКОВ ТРЕХВАЛКОВОГО ОБЖИМНОГО СТАНА НА ОДНОРОДНОСТЬ ДЕФОРМАЦИИ МЕТАЛЛА ПО СЕЧЕНИЮ ЗАГОТОВКИ В НЕСТАЦИОНАРНЫХ СТАДИЯХ ПРОКАТКИ**

***Шангин И.Н., Ерналов М.В.***

*ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия  
hoopsyay@mail.ru*

Под радиально-сдвиговой прокаткой (РСП) понимают процесс деформирования сплошных или полых заготовок на двух- или трехвалковых станах винтовой прокатки при повышенных значениях угла подачи. Процесс РСП обладает рядом преимуществ перед традиционными способами деформации. В отличие от обычных станов винтовой прокатки в станах РСП создаются условия благоприятные для интенсивной деформационной проработки и повышения плотности металла по всему сечению заготовки, что позволяет осуществлять прокатку непрерывно-литых заготовок без разрушения металла. Однако, опыт применения трехвалкового обжимного стана в линии ТПА-80 ПАО «СинТЗ» [1] свидетельствует о формировании концевых утяжин в нестационарных стадиях обжатия,

представляющие собой продольные удлинения поверхностных слоев металла относительно осевой зоны (рис.1, а). При последующей прошивке заготовок утяжины преобразуются в висячие полукольца (рис.1, б), которые после разрушения приводят к появлению дефектов в виде раковин-вдавов (рис.1, в).

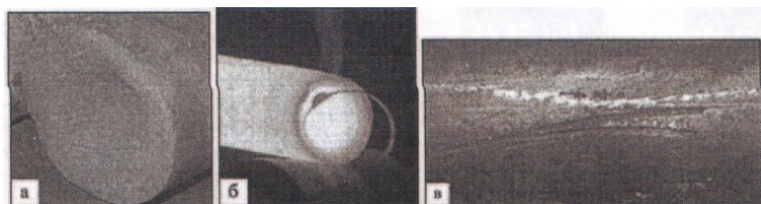


Рис. 1. Дефекты при производстве труб:

- а) утяжина на заготовке; б) кольцевое отслоение на гильзе;  
в) вмятина на наружной поверхности трубы

В работе поставлена задача проанализировать влияние калибровки валков обжимного стана на однородность деформации металла по сечению заготовки в нестационарных стадиях прокатки. Исследования выполнены с применением твердотельного моделирования для построения моделей валков, имеющих калибровку, представленную на рис.2, а также с применением метода конечных элементов, реализованного в программе Deform-3D. Модель рабочего валка, представленная на рис.2, а, соответствует применяемой в заводских условиях калибровке инструмента. Калибровка валков (рис. 2, б) позволяет обеспечить наиболее равномерный режим обжатий по всей длине очага деформации. Калибровка (рис.2, в) предназначена для создания интенсивного режима обжатий по диаметру заготовки и способствует наибольшей глубине проникновения деформации вглубь металла.

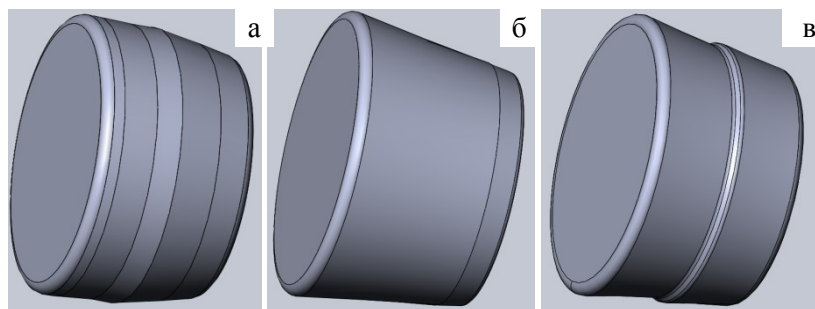


Рис. 2. Модели валка обжимного стана:

- а) в соответствии с заводской калибровкой; б) с конической калибровкой рабочей поверхности; в) с наличием гребня валка в сечении пережима

В качестве заготовки использовался круг диаметром 150 мм из стали марки 45 при температуре металла 1180°С. Задача решалась изотермической. Условия трения сформулированы по закону Зибеля, показатель трения  $\psi$  составил 0,9. Угол подачи был выбран равным 16°, а угол раскатки составил 12°.

В результате решения задач компьютерного моделирования было установлено, что наименьшая глубина утяжины соответствует случаю прокатки заготовок на валках с калибровкой рабочей поверхности, имеющей конус захвата, гребень вала, раскатной участок, параллельный оси прокатки и калибрующий участок на выходной стороне вала. Наличие гребня вала позволяет интенсифицировать проникновение деформации вглубь заготовки, способствуя тем самым уменьшению длины образующихся утяжин на 20% относительно применяемой в настоящее время калибровки инструмента и, следовательно, повышению качества готовой продукции. Условия первичного, вторичного захвата и устойчивости вращения заготовки выполнены. Кроме того, расчет энергосиловых параметров процесса обжатия заготовок с применением новой калибровки валков показал, что сила прокатки за счет меньшей площади контактной поверхности уменьшается на величину до 9%.

### **Литература**

1. Богатов А.А., Овчинников Д.В., Липнягов С.В. и др. Разработка математической модели и исследование процессов винтовой прокатки и прошивки заготовок // Производство проката. – 2013. – №7. – С. 28-33.

УДК 621.778.019

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕОДНОРОДНОСТИ СТРУКТУРЫ НА МЕЗОУРОВНЕ НА НАПРЯЖЕННО ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ НА ПРИМЕРЕ ПРОЦЕССА ХОЛОДНОГО ВОЛОЧЕНИЯ СТАЛЬНОЙ ПРОВОЛОКИ**

*Столяров Ф.А., Барышников М.П., Бойко А.Б.,  
Носов Л.В., Лопатина Е.В.*

*ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова», Магнитогорск, Россия  
stolyarov.f.a@yandex.ru*

Исследование выполнено на примере процесса волочения стальной проволоки с неоднородностью структуры в виде неметаллических включений, как одной из наиболее жестких схем нагружения. С целью исследования влияния расположения неметаллических включений по поперечному сечению на поврежденность заготовки построены три модели: